

Christian Schmidlechner

# ÄLYKELLOJEN SOVELLUKSET JA VUOROVAIKUTUSTAVAT

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta  
Kandidaattitutkielma  
Kesäkuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Christian Schmidlechner: Älykellojen sovellukset ja vuorovaikutustavat  
Kandidaatintutkielma  
Tampereen yliopisto  
Tietojenkäsittelytieteiden tutkinto-ohjelma  
Kesäkuu 2020

---

Älykellojen myynnin kasvaessa niiden käytettävyyden parantaminen tulee entistä tärkeämmäksi yrityksille, jotta niitä ostavat käyttäjät olisivat tyytyväisiä hankintaansa eivätkä pettyisi. Tutkielmassa on kaksi toisiinsa liittyvää osaa. Ensiksi tutkitaan tämänhetkisten älykellojen ominaisuuksia, käyttötapoja ja suunnitteluohjeita. Apple Watch -älykello on selvästi menestynein malli, joten tutkielmassa käsitellään paljolti kyseistä merkkiä esimerkkinä. Tämän jälkeen esitellään tutkimuksia älykellojen estetiikasta, käytöstä ja vuorovaikutustavoista ja verrataan tutkimusten tuloksia Apple Watch -kelloihin. Tutkielman tavoite on selvittää, löytyykö tutkimuksista keinoja kehittää Applen kelloja, ja jos keinoja löytyy, pohditaan miksi kyseisiä parannuksia ei ole lisätty kelloihin.

Aineistona tutkielmassa käytetään lukuisia älykelloihin liittyviä tutkimuksia, ja myös ei tieteellisiä lähteitä, joiden avulla kuvataan nykyisiä Apple Watch -kellon ominaisuuksia. Tutkimukset esittävät useita vuorovaikutustapoja, jotka voisivat teoriassa toimia älykelloissa, mutta ne tekisivät älykellon käytöstä monimutkaisempaa. Tutkimukset esittävät myös uusia vuorovaikutustapoja, joilla ei ole negatiivisia vaikutuksia kelloon, mutta joiden toimivuus on vielä puutteellinen, joten niitä ei myöskään vielä hyödynnetä. Esimerkiksi laulun valitseminen rytmin avulla hyödyntäen kellon naputtamista, ravistamista, tai askeltahdin mittaamista on helposti käytettävä ja hyödyllinen ominaisuus, mutta sen tarkkuudessa on vielä parannettavaa, joten sitä ei ole vielä hyödynnetty tutkimusten ulkopuolella.

Tutkielman tuloksista käy ilmi, että älykellojen tyypillinen käyttö sisältää enimmäkseen yksinkertaisia toimintoja, kuten liikunnan mittaaminen ja ilmoitusten käsittelyminen. Lisäksi niitä käytetään asusteena muodin vuoksi. Näistä syistä Applen kellot luultavasti panostavat yksinkertaisuuteen ja esteettisyyteen monimutkaisten vuorovaikutustapojen sijaan, jotka eivät ole tarpeellisia normaaliin toimintojen suorittamisessa.

Avainsanat: käytettävyys, mobiili, älykello, vuorovaikutustekniikka

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Tutkimusmenetelmä.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Älykellon toiminnot .....</b>	<b>2</b>
3.1	Kellon sovellukset ja personointi	3
3.2	Kellon vuorovaikutustavat	4
3.3	Älykellosovellusten piirteet	5
<b>4</b>	<b>Tutkimusta älykellon vuorovaikutusmahdollisuuksista .....</b>	<b>7</b>
4.1	Älykellon vuorovaikutusmahdollisuuksia	7
4.2	Mobiilin ja älykellon yhteistyö	10
<b>5</b>	<b>Keskustelu .....</b>	<b>12</b>
	<b>Lähdeluettelo.....</b>	<b>14</b>

## 1 Johdanto

Tutkielman aihe on sovellusten käytettävyys älykelloilla. Aihe on tärkeä, sillä älykellojen suosio kasvaa nopeasti, mutta kelloissa on vielä puutteita. Tämä tutkielma kartoittaa älykelloihin liittyvää tutkimusta ja pohtii tutkimuksissa esitettyjen ideoiden hyödyntämistä älykellojen kehityksessä. Älykellot ovat älypuhelimien kaltaisia laitteita. Niitä käytetään älypuhelimien jatkeena ja ne tarjoavat älypuhelimien tapaan sovelluksia ja personointia. Älykelloja pidetään rannekellon tavoin ranteessa, mikä on suurin ero puhelimen ja kellon välillä. Kello – toisin kuin puhelin – on aina lähettyvillä ja nopeasti käytettävissä. Älykelloissa on kosketusnäyttö ja ne tarjoavat monia sovelluksia, kuten sykkeen mittausta, karttasovelluksia ja jopa sovelluksia, kuten Tinder-seurustelusovelluksen. Älypuhelimien kaltaisia älykelloja alettiin myydä vasta 2010-luvulla, joten ne ovat vielä uusia ja niitä parannellaan jatkuvasti. Älykelloja valmistavia yrityksiä ovat muun muassa Apple, imoo ja Samsung, joista Applen älykellot ovat reilusti myydyimpiä (Top 5 best-selling smart-watches, 2019). Tästä syystä tutkielmassa keskitytään kaupallisissa kelloissa enimmäkseen Applen kelloihin, jotta voidaan kuvata käyttäjille mieleisiä käyttömahdollisuuksia ja vuorovaikutustapoja, joihin käsiteltyjä tutkimuksia voidaan verrata.

Applens ensimmäinen älykello Apple Watch tuli myyntiin vuonna 2015 ja Apple laittaa uudempia versioita myyntiin vuosittain. Uusin Applen älykello Apple Watch series 5 tuli myyntiin syyskuussa 2019. Älykellojen suosio kasvaa nopeasti, mikä näkyy myös kasvavissa myyntiluvuissa. Vuosina 2014-2017 älykellojen myynti kasvoi viidestä miljoonasta kappaleesta 75 miljoonaan (Statista Research Department, 2020).

Yllä pidettävien laitteiden tulisi näyttää luonnollisilta ja olla käytettäviä normaaleissa tilanteissa. Laitteiden täytyisi siis olla yhtä hyväksytyjä kuin normaalit asusteet, kuten rannekellot, silmälasit, korut ja vaatteet, tai vaihtoehtoisesti laitteet voivat olla osa näitä. (Rekimoto, 2001) Nämä syyt ovat luultavasti vaikuttaneet älykellon menestykseen. Älykellot eivät estä normaalia arkielämän toimintaa, ne näyttävät luonnollisilta ja kuuluvat jo vuosisatoja käytettyihin rannekelloihin. Yllä pidettävän laitteen lisäksi älykello on myös muotituote, ja jotkut käyttävät personoitavaa älykelloa erottuakseen muista (Choi & Kim 2016).

Älykelloille on siis kaksi erilaista käyttäjäkokemukseen vaikuttavaa vaatimusta. Niiden tulee olla hyviä käytettävyydeltään ja tuottaa esteettistä mielihyvää kantajalleen (Choi & Kim 2016). Hyvällä käytettävyydellä tässä tutkielmassa tarkoitetaan sitä, että kellon käyttäminen on sujuvaa: käyttäjä saa tehtyä sen avulla haluamansa asiat.

Luvussa 2 esitellään tutkimusmenetelmä, eli kerrotaan millä hakusanoilla ja mistä kirjastoista käytetyt lähteet on löydetty. Seuraavaksi luvussa 3 kerrotaan ensin älykellon perustoiminnoista. Sitten tarkastellaan älykellojen heuristiikkoja ja suunnitteluohjeita. Tämän jälkeen luvussa 4 tutkitaan erilaisia vuorovaikutustapoja, joita voisi hyödyntää

älykelloissa, ja älykellon ja puhelimen yhteistyötä. Lopuksi luvussa 5 pohditaan löydettyjen vuorovaikutustapojen soveltavuutta Applen kelloihin.

## 2 Tutkimusmenetelmä

Aluksi tavoitteenani oli kartoittaa suunnitteluohjeita eri mobiilialustoille, tai verrata matkapuhelimen ja älykellon ohjeistuksia. Huomasin kuitenkin, että aiheesta tulisi näin melko laaja, ja koska kaikissa mobiilialustoissa on paljon yhteistä, tulisi tutkielmaan paljon toistoa. Älykellot olivat mielestäni mielenkiintoisin mobiilialusta, ja olin jo löytänyt niihin paljon sopivia lähteitä, joten päätin keskittyä vain älykelloihin.

Aloitin lähteiden hakemisen laajoilla hakusanoilla, kuten ”smartwatch”, ”mobile”, ”multi platform”, ”usability”, ”touch screen”. Kun löysin artikkelin, jota uskoin voivani käyttää, lisäsin sen listaani. Etsin myös sopivia lähteitä löytämäni artikkelien käyttämistä lähteistä ja artikkeleista, jotka olivat käyttäneet kyseistä artikkelia lähteenä. Tällä menetelmällä löysin useita hyödyllisiä artikkeleita. Etsin lähteitä enimmäkseen Andorista, Google Scholarista ja ACM Digital Librarystä. Lähteistä vanhin on vuodelta 2001 ja uusin on vuodelta 2019. Yritin etsiä etenkin lähteitä, jotka esittivät uusia kokeellisia älykelloissa toimivia vuorovaikutustapoja, tai muuten käsittelivät älykellojen käytettävyyttä ja ominaisuuksia. Yhteensä tutkielmassa käytetään 16 tieteellistä lähdettä.

Rajasin tutkielmasta pois älykellot, jotka on tarkoitettu tiettyä aktiviteettia, kuten sukellusta varten, koska niitä ei mielestäni tulisi verrata normaaleihin älykelloihin. Rajasin pois myös tekniset artikkelit liittyen ohjelmointiin, koska ne eivät mielestäni sopineet tutkielmaan.

Tieteellisten artikkeleiden lisäksi tutkielmassa hyödynnetään seitsemää ei-tieteellistä lähdettä. Lähteet ovat tilastoja, blogikirjoituksia ja Applen suunnittelu- ja käyttöohjeita. Näiden lähteiden tarkoitus on perehdyttää älykellojen ja nimenomaan Applen älykellojen toimintoihin ja periaatteisiin, jotta tieteellisten lähteiden tutkimuksia voitaisiin verrata näihin. Valitsin Applen älykellot tutkielmassa esimerkiksi, koska ne ovat selvästi suosituin ja menestynein merkki, ja ne on tarkoitettu yleiskäyttöön, eikä vain esimerkiksi sukellusta varten.

## 3 Älykellon toiminnot

Älykellojen tyypilliseen käyttöön liittyy ilmoitukset, sovellukset ja ominaisuudet, kuten GPS, syke- ja askelmittari. Ilmoituksia annetaan tärkeistä tapahtumista ja ne voivat olla lähtöisin kelloon yhdistetystä laitteesta, kuten puhelimesta, tai ne voivat myös tulla kellosta itsestään. Esimerkiksi Applen uudet älykellot (Apple, 2020) pystyvät tunnistamaan pahan kaatumisen, mikä aiheuttaa kelloon ilmoituksen, jolla voi soittaa hätänumeroon.

Jos kaatumisen jälkeen ei liikuta, eikä reagoida ilmoitukseen minuutissa, soittaa kello itsestään hätänumeroon. Kuvassa 3 nähdään miltä ilmoitukset kellossa voivat näyttää, ja kuvissa 1 ja 2 on esimerkkejä kellotauluista ja sovelluksista.

Tässä luvussa käsitellään ensin Apple Watch -kellon personointi ja kellon tyypilliset vuorovaikutustavat. Personoinnilla tarkoitetaan kellon toimintojen ja ulkonäön räätälöimistä omien tarpeiden mukaan. Seuraavaksi kerrotaan kellon heuristiikoista ja lopuksi Apple Watch -kellon suunnitteluohjeista.

### 3.1 Kellon sovellukset ja personointi

Apple Watch -kellossa on valmiina useita kellotauluja (faces), joita voidaan valita kelloon näytettäväksi sellaisenaan tai muokattuna. Kellotaulujen muokkaamista ja lisäämistä kelloon voi tehdä kellolla itsellään tai puhelimella. Valittu kellotaulu näkyy oletuksena kellon näytöllä, ja pyyhkäisemällä näyttöä sivulle voidaan vaihtaa näytettävää kellotaulua. Kellotauluihin voi myös valita näytettäväksi haluamansa komplikaatiot (complications), jotka näyttävät relevanttia informaatiota näytöllä. Komplikaatiot voivat liittyä kelloon valmiiksi asennettuihin sovelluksiin, kuten säämittari, tai komplikaatiot voivat liittyä ladattuihin sovelluksiin. Kuvassa 1 nähdään kaksi erilaista kellotaulua ja komplikaatioita, kuten lämpötila-, melu- ja sademittari. (Apple, 2020)



Kuva 1. Kaksi erilaista kellotaulua ja niihin valittuja komplikaatioita. (Apple, 2020)

Applen älykelloissa on valmiina useita sovelluksia, kuten musiikki, laskin ja kamera, ja niitä voi ladata lisää, samoin kuin puhelimilla. Joitain kellolle ladattuja sovelluksia voi käyttää itsenäisesti älykellolla, ja joillain sovelluksilla pystytään ainoastaan ohjaamaan sovellusta, joka toimii jollain muulla laitteella. Esimerkiksi laskinta voi käyttää kellolla, mutta kameran sovelluksella voidaan ainoastaan ohjata puhelimen kameraa. Musiikkisovellus on erilainen, koska sillä voidaan kuunnella musiikkia suoraan kellosta, tai jos niin

halutaan, voidaan kuunnella musiikkia puhelimesta kellolla ohjaten. Kuvassa 2 nähdään mainittujen sovellusten ulkoasu. (Apple, 2020)



Kuva 2. Laskin-, musiikki- ja kamerasovellus. (Apple, 2020)

Älykelloja valmistetaan myös spesifimpään käyttöön muun muassa vaeltamista tai sukellusta varten. Kyseiset kellot tarjoavat kyseisiin aktiviteetteihin oleellisia toimintoja. Sukelluskellot antavat tietoa, kuten syvyyden, lämpötilan ja jäljellä olevan ajan sukeltaa. Vaelluskellot sen sijaan tarjoavat navigointia ja elintoimintoihin liittyvää mittaustietoa. Applen kelloissakin on sisäänrakennettu sykemittari, ja elintoimintojen, kuten sykkeen mittaaminen onkin älykellojen useimmin käytetty sovellus (Ogbanufe & Gerhart, 2017).

### 3.2 Kellon vuorovaikutustavat

Älykellon kosketusnäytössä napautus toimii samoin kuin puhelimessa, aloittaen valitun toiminnon. Pystysuora pyyhkäisy vierittää ruutua. Vaakasuora pyyhkäisy näyttää edellisen tai seuraavan sivun sivupohjaisessa navigaatiossa ja vasemman reunan pyyhkäisy liikkuu hierarkkisessa navigoinnissa yhden tason ylöspäin. Sovellukset pystyvät myös lisäämään näiden lisäksi eri vuorovaikutustapoja, kuten tuplanapautuksia parantaakseen sovelluksen toimintaa. Koska älykellolla kirjoittaminen on hankalaa, Applen kelloissa on myös käytössä Siri-puhekomennot, jotka vähentävät kirjoituksen tarvetta. (Apple Developer, 2020) Tavallisen napautuksen lisäksi joissain Applen kellomalleissa on myös ole-massa voimakas kosketus (force touch), joka tapahtuu painamalla näyttöä kovemmin. Force touch avaa kontekstiin liittyviä kontrolleja hiiren oikean painikkeen tavoin. (Saltzman, 2020).

Kosketusnäytön lisäksi Apple Watch -kelloissa on käännettävä painike, niin sanottu digitaalinen kruunu (digital crown). Sitä kääntämällä pystyy muun muassa zoomaamaan ja liikkumaan listassa koskematta näyttöä riippuen kellon tilasta. Painamalla kruunua ker-ran palaa näyttö aloitusnäyttöön. Painamalla sitä kahdesti voi vaihtaa näkymää kellonäky-mästä viimeisimpään sovellukseen ja toisin päin. Painamalla sitä kolmesti avautuu esteet-tömyysasetukset. Digitaalisen kruunun alapuolella on käynnistysnappi. Pitämällä nappia

pohjassa kello sammuu. Jos nappia painaa kerran, avautuu kaverit-näkymä, josta voi soittaa ja lähettää kavereille viestejä. Painamalla nappia kahdesti käynnistyy Apple Pay -maksujärjestelmä, jos käyttäjä on ostamassa jotain. (Saltzman, 2020).

Kelloon saapuvista ilmoituksista on kaksi tasoa, jotka eroavat käyttäjän ilmoitukseen osoittaman kiinnostuksen mukaan: lyhyt katsaus (short look) ja pitkä katsaus (long look). Short look -näkyvä ilmestyy, kun käyttäjä nostaa rannettaan. Näkymässä on tärkeä informaatio lyhyesti, ja se katoaa, kun käyttäjä laskee käden. Jos ranne pysyy ylhäällä, tai käyttäjä painaa short look -näkyvää, näkyvä muuttuu long look -näkyväksi, jossa on enemmän informaatiota ilmoituksesta ja mahdollisuus vastata ilmoitukseen. Kuvassa 3 on esimerkit ilmoituksista. (Apple Developer, 2020)



Kuva 3. Vasemmalla long look -ilmoitus ja oikealla short look -ilmoitus. (Apple Developer, 2020)

### 3.3 Älykellosovellusten piirteet

Brandi (2015) kehitti seitsemän käytettävyysheuristiikkaa älykellojen arvioimiseen. Ensimmäkin ihmisten ongelmiin pitää löytää sopiva teknologinen ratkaisu, sen sijaan, että keksittäisiin teknologinen ratkaisu, jolle yritetään löytää käyttöä. Toiseksi älykellon toiminnot pitäisi pystyä hoitamaan vilkaisemalla. Koko interaktion kesto saisi olla enintään



viisi sekuntia, koska pitkä käyttö voi olla epämukavaa. Kolmas heuristiikka sanoo, että tekstin täytyy olla selvää, jotta käyttäjä ei joudu laittamaan kelloa kasvojensa eteen. Neljänneksi interaktion tulisi olla helppoa ja selvää. Viides heuristiikka kehottaa minimoimaan tarvittavan syötteen. Näytöllä ei saisi olla yli neljää painettavaa osaa kerralla ja painettavien osien täytyisi olla ainakin yhden neliösenttimetrin kokoisia. Kellon pitäisi myös tarjota vaihtoehtoisia syöteapoja kuten äänen tai liikkeiden avulla. Kuudes heuristiikka kertoo, että tuntopalaute kuten värinä on yhtä tärkeää kuin visuaalinen palaute. Koska kelloa pidetään ranteessa, on värinä tärkeämpää kuin esimerkiksi puhelimilla. Viimeinen heuristiikka neuvoo parantamaan kivoja kokemuksia ja automatisoimaan muita toimintoja. (Brandi, 2015).

Apple-kehittäjillä on myös suunnitteluohjeita älykellojen sovelluksille, jotta kelloille kehitetyillä sovelluksilla olisi yhtenäiset tyyli ja vuorovaikutustavat. Samoin kuin Brandin heuristiikoissa, suunnitteluohjeet neuvovat, että sovellusten täytyisi olla vilkaistavia. Toisin sanoen sovelluksen täytyy näyttää vain kaikkein tärkein informaatio. Sovellusten täytyisi myös ennakoida käyttäjän tarpeita näyttämällä vain ajankohtaista ja relevanttia tietoa. Sovellusten pitäisi myös mahdollistaa tavallisten toimintojen suorittaminen ilman, että joutuu avaamaan sovellusta. Responsiivisuus on myös tärkeää, eli sovellusten täytyy antaa palautetta nopeasti sovelluksen tilasta. (Apple Developer, 2020)

Jos sovelluksella on enemmän kuin yksi näkymä, suunnittelijan täytyy valita kahdesta navigaatiomallista toinen: hierarkkinen tai sivupohjainen, muttei molempia. Sivupohjaisessa mallissa kaikki sivut ovat saman tasoisia ja sivua vaihdetaan pyyhkäisemällä näyttöä vaakasuoraan. Hierarkkisessa mallissa sivu vaihtuu, kun painetaan jotakin osaa. Hierarkkinen navigointi ei saisi kuitenkaan mennä syvemmälle kuin kolmanteen alasuunnun, jotta käyttäjä ei eksyisi navigoinnissa. (Apple Developer, 2020) Kuvassa 4 näkyy vasemmalla hierarkkinen malli ja oikealla sivupohjainen malli.



Kuva 4. Vasemmalla hierarkkinen malli, oikealla sivupohjainen malli. Oikealla puolella digitaalinen kruunu ja sen alapuolella käynnistysnappi. (Apple Developer, 2020)

Haptinen palaute eli tuntoaistiin perustuva palaute on tarkoitettu saamaan käyttäjän huomio ja välittämään tärkeää informaatiota. Haptiseen palautteeseen kuuluu värinän lisäksi ääni, ja se pitäisi jättää vain tärkeille tapahtumille, jotta sen hyödyllisyys ei katoaisi. Palautteisiin pitäisi myös lisätä visuaalista muutosta auttaakseen käyttäjän ymmärrystä tapahtuneesta. (Apple Developer, 2020).

Sovelluksilla kuuluisi olla musta tausta, koska se sopii kellon tyyliin. Värejä tulee käyttää varoen, koska eri kulttuurit tulkitsevat värit eri tavalla, ja osa ihmisistä on jopa värisokeita. Myös kontrastin täytyy olla tarpeeksi suuri, jotta sisältöä on helppo havaita. Kuviin tulee myös lisätä tekstiselitteet näkörajoitteisia varten. (Apple Developer, 2020)

Sovelluksissa ei tarvita käynnistysnäyttöä, koska käyttäjät haluavat nähdä sisällön heti. Sovelluksissa ei myöskään kannata näyttää logoa, sillä näytön tila on rajallinen. Sovellukset eivät saa näyttää liikaa informaatiota kerrallaan, koska käyttäjät haluavat nähdä tärkeimmän informaation ensin, ja jos on tarvetta voi vierittää näyttöä nähdäkseen lisää. Sovellusten pitää ryhmitellä informaatiota eri paikkoihin näytössä helpottaakseen informaation löytämistä. (Apple Developer, 2020).

Useiden fonttien käyttöä tulisi välttää, koska se tekee sovelluksesta sekavan. Fontin täytyy olla tarpeeksi iso, jotta myös liikkeessä olevat käyttäjät voivat lukea tekstiä. Tyynejä tulee käyttää korostamaan tärkeintä informaatiota. Painikkeiden kannattaa olla koko ruudun levyisiä, mutta jos kaksi nappia ovat vierekkäin niiden tulisi olla saman korkuisia ja helposti painettavia. Kuvan 4 vasemmassa näkymässä nähdään millaisia painikkeiden tulisi olla. Kuvan 2 laskinnäkymässä painikkeiden koko on vielä paljon pienempi painikkeiden määrän vuoksi, ja niihin voi olla vaikea osua sormella. Uudet vuorovaikutustavat saattaisivat auttaa pääsemään eroon vaikeasti painettavista painikkeista. (Apple Developer, 2020)

## **4 Tutkimusta älykellon vuorovaikutusmahdollisuuksista**

Edeltävissä kappaleissa on tarkasteltu Applen kehittämää älykelloa. Tässä luvussa tarkastellaan erilaisia vuorovaikutusmahdollisuuksia, joita ei vielä käytetä kaupallisissa älykelloissa. Ideoita on koottu tutkimusjulkaisuista, joissa niitä on testattu useimmiten laboratorio-oloissa. Lopuksi tarkastellaan puhelimen ja älykellon yhteistyötä tarkemmin.

### **4.1 Älykellon vuorovaikutusmahdollisuuksia**

Teknologian kehittyessä elektronisista laitteista voidaan tehdä jatkuvasti pienempiä, mutta rajoittavana tekijänä tulee vastaan tarvittavan fyysisen käyttöliittymän koko (Kim et al., 2007). Monille laitteille, kuten älykellolle kosketusnäytön käyttö on epäkäytännöllistä, koska näytön tila on erittäin rajallinen ja kosketusnäyttöä käytettäessä sormet vievät arvokasta tilaa ruudulta, jolloin käyttöliittymän tapahtumia on vaikeampi nähdä. (Butler et al., 2008)

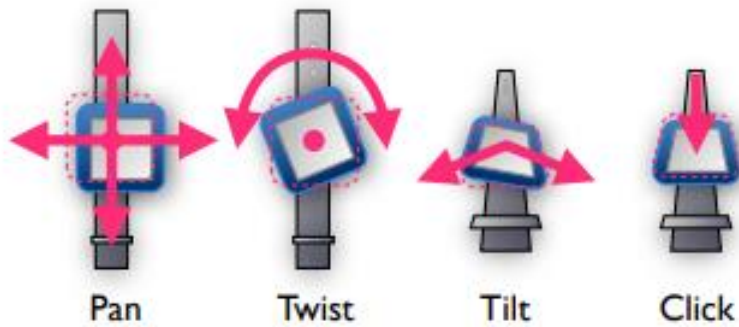
Tutkimusten mukaan ruudun koon kasvulla eri laitteilla, kuten puhelimella ja tietokoneella, on positiivisia vaikutuksia siihen, miten käyttäjä ymmärtää ja kokee käytön ja millä tavalla hän uppoutuu näkemäänsä (Kim, 2017). Toinen tutkimus (Raptis et al., 2013) osoittaa, että isommalla näytöllä nautinnollisuus kasvaa pelatessa ja mediaa katsoessa. Näytön koko puhelimissa ei kuitenkaan vaikuta käytettävyyteen ja virheisiin, mutta isommalla näytöllä on työskentely tehokkaampaa. Kimin (2017) havaintojen mukaan isompi ruutu on helpompi osua isompiin kuvakkeisiin ja kellojen kuvakkeisiin on helpompi osua isommalla ruudulla. Tutkimuksessa huomattiin myös, että pyöreitä kelloja pidettiin kauniimpina kuin kulmikkaita kelloja, mutta myös vaikeampina käyttää. Applen kelloissa kulmat onkin pyöristetty.

Älykellon eräs ongelma on ruudun koosta ja näppäimistön puutteesta johtuva kirjoittamisen lisäämisen hankaluus. Monet ovat löytäneet keinoja välttääkseen ongelman. Xu ja muut osoittavat (2015) tutkimuksessaan, että älykelloissa olevilla sensoreilla pystyy tunnistamaan 37 eri käden liikettä 98 %:n tarkkuudella. Näistä 13 on sormen liikkeitä, 14 kämmenen liikkeitä ja 10 käsivarren liikkeitä. Tutkimuksessa onnistuttiin myös tunnistamaan etusormella pinnalle kirjoitetut kirjaimet 95 %:n todennäköisyydellä. (Xu et al., 2015). Nämä ominaisuudet voivat mahdollistaa paremman kirjoitustavan älykelloille kuin pieneltä kellon ruudulta kirjainten valitseminen sormen painalluksella, ja useiden toimintojen suorittamisen käden liikkeillä. Näiden toteuttamiseen liittyy kuitenkin kaksi ongelmaa. Ensinnäkin tutkimuksessa käsivarsi ja kämmen olivat kiinni käsinojalla, mikä teki liikkeiden tunnistamisesta helpompaa. Toiseksi eri ihmiset tekevät samat liikkeet eri tavalla. (Xu et al., 2015). Näistä syistä käden liikkeiden tunnistamiseen tarvitaan lisää työtä, ennen kuin sitä voidaan soveltaa laajasti älykelloissa.

Turner ja muut (2017) tutkivat älypuhelimissa käytetyn Swype-elekirjoitusominaisuuden käytettävyyttä älykelloilla, vaikka monien mielestä älykellon ruutu on tähän liian pieni. Swype on vaihtoehtoinen syöttötapa kirjainten yksittäiselle painamiselle. Sormella painetaan sanan alkukirjainta ja sormea raahataan sanan viimeiseen kirjaimen asti, jolloin laite ehdottaa mistä sanasta on kyse. Tutkimuksessa saatiin selville, että Swypen kaltainen elekirjoitusominaisuus nopeuttaa kirjoittamista ja tuntuu käytettävämmältä kuin normaali kosketusnäytön painaminen. Virheiden määrä on myös suunnilleen sama molemmilla syöttötavoilla.

Xiao ja muut (2014) keksivät kellolle neljä erilaista mekaanista vuorovaikutustapaa. Kuvassa 5 vuorovaikutustavat on havainnollistettu. Tutkijat rakensivat erikoisen kellon, jonka näyttöä pystyy liikuttamaan tasolla (pan), ja jonka näyttöä voi kääntää (twist), kallistaa (tilt) ja painaa pohjaan (click). Tutkijat tekivät uusien vuorovaikutustapojen testaamiseen sovelluksia. Karttasovelluksessa pystyi liikkumaan panorointieleellä ja zoomaamaan 'twist' eleellä. Musiikkisovelluksessa kallistus muutti äänenvoimakkuutta ja painaminen pysäytti ja jatkoi laulua. Näihin vuorovaikutustapoihin liittyi kuitenkin ongelmia.

Kelloon pitäisi lisätä mekaanisia osia, mikä vaikeuttaisi kellojen tuotantoa ja tekisi niistä kalliimpia. Kello olisi myös heikompi esimerkiksi vettä vastaan ja olisi herkempi virhesyötteille.



Kuva 5. Mekaaniset vuorovaikutustavat (Xiao et al. 2014)

Khurana ja muut (2019) kehittivät edellä mainituista mekaanisista kellon liikkeistä vielä hieman pidemmälle, valmistuen älykellon, jonka näytön voi irrottaa kellosta ja lisätä johonkin muualle. Kellon voi esimerkiksi irrottaa navigointilaitteeksi, tai kellon voi asettaa parempaan paikkaan, kuten kenkään, jotta saa tarkempaa tietoa liikunnasta. Kello voidaan myös irrottaa, jos halutaan työskennellä kellolla kahdella kädellä. Tutkijat antoivat testihenkilöille prototyypikellon ja antoivat heidän käyttää sitä. Palaute oli enimmäkseen positiivista, mutta yksi huolenaihe oli kellon hukkaaminen sen irrottamisen vuoksi.

Tietokoneilla syötteen antaminen rytmisten liikkeiden avulla on enimmäkseen sivuutettu, mutta pienillä laitteilla näitä voitaisiin hyödyntää monenlaisten tehtävien suorittamiseen (Crossan & Murray-Smith, 2006). Myös älykelloja voisi kyseinen teknologia auttaa. Älykelloilla on rajalliset syötemahdollisuudet johtuen näytön koosta, joten syötteen antaminen liikkeen avulla saattaisi parantaa käytettävyyttä. Esimerkiksi Brandin kirjoittamissa heuristiikoissa korostetaan myös vaihtoehtoisten syötetapojen tärkeyttä, ja kuinka älykellolla suoritettavat tehtävät tulisi pystyä hoitamaan joutumatta katsomaan ruutua yli viisi sekuntia. Heuristiikat ohjeistavat myös, että hauskoja ominaisuuksia tulisi lisätä (Brandt, 2015). Crossan ja Murray-Smith sovelsivat rytmiä laulujen suodattamiseen laitteen näyttöä naputtamalla tai heiluttamalla. Koehenkilöt pystyivät valitsemaan seitsemän rytmiltään erilaisen laulun joukosta haluamansa laulun naputtamalla ja heiluttamalla, joista naputtaminen oli tarkempi keino. Tietyn laulun valitseminen ei kuitenkaan onnistuisi laajemmassa laulujen kokoelmassa, mutta samatahtisten laulujen valitseminen toimisi ja tätä voitaisiin esimerkiksi hyödyntää sopivan laulun valitsemiseen lenkkeilijän askeltahdin mukaan. Mielestäni tämä ominaisuus sopisi täydellisesti älykelloon, koska älykello otetaan useimmiten mukaan lenkkeillessä, ja juostessa ei haluaisi pysähtyä valitsemaan sopivaa laulua.

Butler ja muut (2008) kehittivät SideSight-tekniikan, joka tukee kosketusnäyttöä pienillä laitteilla, siirtäen kosketettavan alueen pois laitteesta pinnalle laitteen ympärille, hyödyntäen laitteen sivussa olevia läheisyysensoreita.

Harrison ja Hudson (2009) keksivät toisen tavan ratkaista pieneen ruutuun liittyvät syöttöongelmat. He loivat Abracadabran, magneettisuudella toimivan syöttötekniikan, joka kasvattaa syöttötilaa laitteesta sen ympärille. Käyttäjän täytyy pitää sormessaan magneettia, esimerkiksi sormusta pystyäkseen antamaan syötettä koskettamatta ruutua. Teknologia kykenee myös tunnistamaan monia erilaisia sormella annettavia elekomentoja. Koska teknologia perustuu magneetteihin, syötteet toimivat myös esteiden, kuten kankaan läpi.

Kim ja muut (2007) kehittivät Gesture Watch -kellon ratkaisemaan ongelmaa fyysisen käyttöliittymän tarpeellisuudesta siirtäen käyttöliittymän laitteesta sen yläpuolelle. Kellossa on viisi läheisyysensoria, jotka tunnistavat eri liikkeitä kellon yläpuolelta, joilla voidaan esimerkiksi ohjata muita laitteita.

Gesture Wrist on myös eleitä tunnistava rannekellon kaltainen syötelaite, joka mahdollistaa muiden laitteiden käyttämistä eleiden avulla. Laite tunnistaa sensoreiden avulla onko käyttäjän käsi nyrkissä ja osoittaako käyttäjä kädellään. Se tunnistaa myös kuusi eri käsivarren asentoa. Nämä yhdistämällä saadaan useita mahdollisia syötekomentoja, joiden suorittamisesta annetaan haptista palautetta. (Rekimoto, 2001)

## **4.2 Mobiilin ja älykellon yhteistyö**

Laitteiden välinen vuorovaikutus yhdistää itsenäisiä laitteita ja luo uusia mahdollisuuksia vuorovaikutukseen. Chen ja muut (2014) tiivistävät yhdistystavat kolmeen periaatteen: synkronia (synchrony), läheinen interaktio (proxemic interactions) ja jaetut eleet (distributed gestures). Ensimmäiseksi synkronia yhdistää laitteita syötteiden synkroniaan perustuen. Esimerkiksi kahden tabletin fyysinen kontakti voi sallia kuvan jakamista laitteilla. Toinen periaate, läheinen interaktio, yhdistää laitteita perustuen laitteiden läheisyyteen ja asentoon. Esimerkiksi kaikki, jotka ovat samassa huoneessa tietyn laitteen kanssa saavat oikeudet jaettuun sisältöön. Kolmas periaate, jaetut eleet, jakavat käyttöliittymän ominaisuuksia usealle laitteelle. Esimerkiksi kuvassa 6 nähdään käyttöliittymän jakaminen kellolle ja puhelimelle.

Schirra ja Bentley (2015) tutkivat tyypillistä älykellon käyttöä ja he saivat selville, että yleisin käytetty älykellon ominaisuus on puhelimen ilmoitusten katsominen. Puhelimen ilmoituksia voi katsoa kellolla myös silloin kuin puhelimen katsominen ei olisi sopivaa. Koehenkilöiden mukaan kello ei ole tarpeeksi itsenäinen ja on pikemminkin ylimääräinen näyttö kännykälle.

Applen kelloissa pyyhkäisemällä ylös sovelluksen ikonista lukitusnäytössä sovelluksen tehtävä siirretään puhelimelle, jolla sitä voi jatkaa isommalla näytöllä. Apple Watch voi myös työskennellä yhdessä monien muiden esineiden, kuten valojen ja lukkojen

kanssa. Esimerkiksi kelloon voi saada live-kuvaa oven kamerasta, jos joku on ovella. (Apple Developer, 2020).

Uudet älylaitteet, kuten älylasit ja älykellot tulevat muuttamaan puhelimen yksinkäytön monen eri laitteen yhteistyöksi. Duet-järjestelmä koordinoi älykellon ja älypuhelimien liike- ja kosketussyötettä ja jakaa molempiin laitteisiin visuaalista ja haptista palautetta, parantaen puhelimella suoritettavia tehtäviä. (Chen et al., 2014) Duetilla käyttöliittymä voidaan jakaa molemmille laitteille, esimerkiksi kelloa voi käyttää ylimääräisenä syöttölaitteena puhelimelle. Duet jakaa laitteiden yhteistyön kahteen kategoriaan, kello on joko aktiivisesti käytössä, tai kello on passiivisesti käytössä normaalisti ranteessa kiinni. Näillä kahdella kategoriolla pystytään tunnistamaan useita eleitä. Kuvassa 6c näytetty toiminto kuuluu aktiivinen käyttö -kategoriaan. Kuvissa 6d,e,f näytetyt toiminnot kuuluvat passiiviseen käyttöön, sillä kellolla ei tarvitse tehdä mitään.

Kuvassa 6b työkalujen valinta tehdään kellolla, jolloin puhelimen ruudulle jää enemmän tilaa työskentelyyn. Myös liikkeitä voidaan hyödyntää, kuten kuvassa 6c käytetään nipistyselettä molemmilla laitteilla hiljentääkseen laitteet. Kellon liikesensoria voidaan myös hyödyntää parantamaan kosketussyöttöä puhelimella. Kellon asennosta voidaan päätellä koskettaako puhelimen näyttöä sormen pinta, sivu vai rystynen. Kuvassa 6d sormen pinnalla voidaan kirjoittaa, kuvassa 6e sormen sivulla vieritetään näyttöä ja kuvassa 6f tekstiä valitaan rystysellä. (Chen et al., 2014)



Kuva 6. Duetin käyttömahdollisuuksia (Chen et al., 2014)

Lim ja muut (2015) keksivät Vi-Bros käyttöliittymän, joka hyödyntää samanaikaisesti puhelinta ja älykelloa sisätilojen navigointiin haptisen palautteen avulla. Henkilön saapuessa risteykseen, jos puhelin tärisee, täytyy henkilön kääntyä oikealle, ja jos kello tärisee, täytyy kääntyä vasemmalle. Tätä testattiin neljällä eri tavalla. Kello oli aina vasemmassa ranteessa, mutta puhelimen sijainti saattoi olla oikeassa tai vasemmassa kädessä, tai vasemmassa tai oikeassa housuntaskussa. Tutkijat myös ehdottavat, että käyttöliittymään voisi lisätä eri palautteita uusille ohjeille, kuten pysähtymiselle tai suoraan jatkamiselle.

## 5 Keskustelu

Olen koonnut luvussa 4 käsitellyjä ideoita taulukkoon 1. Pohdin ideoiden soveltuvuutta Applen kelloihin. Soveltuvuudella tarkoitan, että idean tulisi parantaa käytettävyyttä, mutta idea ei saisi tuottaa suuria ongelmia. Arvioin ideoita kolmiportaisella asteikolla, ”toimiva”, ”ehkä toimiva” ja ”ei toimiva”. Toimivalla tarkoitan ideaa, jonka voisi lisätä Applen kelloihin lähes sellaisenaan. Ei toimiva tarkoittaa ideaa, joka ei mielestäni toimisi tarpeeksi hyvin, tai se saattaisi aiheuttaa liikaa ongelmia. Ehkä toimiva on idea, jonka toimivuudesta tai hyödyllisyydestä en ole varma. Suuri osa vuorovaikutustavoista ei mielestäni sovellu Applen kelloihin muun muassa siitä syystä, että Applen suunnitteluohjeissa ohjeistetaan, että vuorovaikutuksen kellon kanssa tulisi olla kevyttä, nopeaa ja helppoa.

Taulukko 1. Vuorovaikutustapojen toimivuus Applen kelloissa

esitetty idea	lähde	arvio idean toimivuudesta käytännössä
Mekaanisesti liikutettava kello	Xiao et al. (2014), Khurana et al. (2019)	ei toimiva
Käden ja sormen eleiden tunnistus	Xu et al. (2015)	ehkä toimiva
Swype-elekirjoitus	Turner et al. (2017)	toimiva
Rytmillä laulujen suodattaminen	Crossan & Murray-Smith (2006)	toimiva
Kosketusnäytön jakaminen laitteen sivuille (SideSight)	Butler et al. (2008)	ei toimiva
Kosketusnäytön jakaminen laitteen ympärille magneeteilla	Harrison & Hudson (2009)	ehkä toimiva
Eleiden tunnistus kellon yläpuolella (Gesture Watch)	Kim et al. (2007)	toimiva
Käden liikkeiden tunnistus (Gesture Wrist)	Rekimoto (2001)	ehkä toimiva

Ensinnäkin, vaikka Xun ja muiden (2015) tutkimuksessa 37 eri käden liikettä pystyttiin tunnistamaan 98 % todennäköisyydellä ja etusormella pinnalle kirjoitetut kirjaimet 95 % todennäköisyydellä, nämä tehtiin kontrolloidussa ympäristössä ja luultavasti ominaisuudet eivät toimi vielä tarpeeksi hyvin kaupalliseen tuotteeseen ja liikkuvan käyttäjän käyttöön. Uskon, että kirjoittamisen tunnistuksesta olisi kuitenkin paljon hyötyä käyttäjille.

Turner ja muut (2017) tutkivat Swype-elekirjoitusmenetelmän käytettävyyttä älykelloilla ja he totesivat sen toimivan hyvin. Silti Apple Watch ei käytä kyseistä menetelmää, mutta kelloon voi ladata samankaltaisen ohjelman Flick type (Writtenhouse, 2018). Sen toimintaperiaate on melkein sama kuin Swype-elekirjoituksella, mutta yhden viivan piir-

tämisen sijaan valitaan useita kirjaimia napauttamalla. Ohjelma muuttaa napautukset todennäköisimmin tarkoitetuksi sanaksi, vaikka syöttäisi vääriä kirjaimia. Oletettavasti Swype ei ole tämän rinnalla tarpeellinen, vaikka kirjoitusmenetelmä toimiikin hienosti.

Xiao ja muut (2014) tutkivat kelloa, jonka taulua voi liikuttaa mekaanisesti. Tämän lisääminen Apple Watch -kelloon tuottaisi ongelmia, koska koko kellon tyyliä (form factor) täytyisi muuttaa ja kellosta voisi tulla rumempi ja heikompi johtuen eri osista. Khurana ja muut (2019) tekivät myös kellon, jonka voi irrottaa rannekkeestaan. Tämäkin voisi olla hankalaa lisätä Apple Watch -kelloon, samasta syystä kuin edellä.

Crossan ja Murray-Smith (2006) tutkivat laulujen suodattamista rytmin avulla naputtamalla tai ravistamalla laitetta laulun tahdissa. Vaikka tutkimuksessa onnistuttiin valitsemaan haluttuja lauluja seitsemän laulun joukosta tekniikka ei kuitenkaan tutkijoiden mukaan pystyisi valitsemaan laulua isommasta joukosta. Tutkijoiden mukaan tekniikalla olisi kuitenkin mahdollista suodattaa joukko samankaltaisia lauluja. Uskon, että tästä voisi olla hyötyä myös Applen kelloissa. Tutkijat esimerkiksi ehdottavat, että laite voisi valita sopivan laulun askelrytmin perusteella, ja idea voisi olla käyttäjän näkökulmasta vaivaton.

Butler ja muut (2008) tutkivat Sidesight tekniikkaa, eli vuorovaikutusalueen siirtämistä näytöltä laitteen sivuille, sillä näytön tila on rajallinen. Vaikka tämä toimi teoriassa, sen hyödyntäminen Applen kelloissa voi olla vaikeaa. Ensinnäkin kelloon täytyisi lisätä läheisyssensoreita, mittaamaan sormien sijaintia kellon sivuilla. Toiseksi tekniikkaa on testattu vain laitteen maata tasaisella pinnalla, mikä ei ole yleinen tapa käyttää älykelloa. Tekniikka saattaisi myös vaikeuttaa käytettävyyttä ja lisätä virheitä. Näistä syistä en usko tekniikan olevan hyödynnettävä älykelloissa.

Harrison ja Hudson (2009) tutkivat samantyyppistä menetelmää kuin Sidesight nimeltä Abracadabra. Tekniikka siirtää kosketettavan osan pois näytöstä sen ympärille tehdessä näytöllä olevista kuvakkeista helpommin painettavia. Kelloa ei tarvitse edes pitää vaakatasolla, vaan sitä voi pitää ranteessa, ja läheisyssensoreiden sijaan Abracadabra hyödyntää magneetteja. Ongelmana on, että käyttäjän täytyisi pitää sormessaan magneettia, joka saattaa olla ärsyttävää. Mielestäni tekniikkaa voitaisiin hyödyntää, vaikka sormessa pidettävä magneetti saattaa aiheuttaa käyttäjälle vaikeuksia.

Kim ja muut (2007) kehittivät Gesture Watch -kellon. Kello pystyy tarkasti tunnistamaan erilaisia käden liikkeitä kellon yläpuolella myös kävellessä ulkona. Uskon, että tämä olisi helppo soveltaa myös Applen kelloon, ja ainoa huoli olisi vahingolliset syötteet. Uskon, että vahingolliset syötteet voitaisiin kuitenkin estää monilla tavoilla, kuten sallimalla kyseiset syötteet vain tietyissä tilanteissa.

Rekimoto (2001) kehitti Gesture Wrist -rannekkeen, joka sensoreiden avulla pystyy tunnistamaan monia erilaisia käden liikkeitä. Liikkeitä voisi muun muassa yhdistää sovelluksiin, jolloin laittamalla käden nyrkkiin, voisi avata esimerkiksi kamerasovelluksen.



Toiminnallisuuden voisi lisätä Applen kelloihin lisäämällä kelloon sensoreita. Tämän toteuttamista ei kuitenkaan luultavasti pidetä vaivan arvoisena.

Schirra ja Bentley (2015) tutkivat älykellon käyttöä ja totesivat sen päätarkoituksen olevan puhelimen ilmoitusten katsominen. Applen kelloissa ilmoitukset ovat myös tärkeässä osassa ja Brandin heuristiikoissa ja Applen suunnitteluohjeissa korostetaan myös kellon vilkaistavuutta.

Älykellojen useimmiten käytetty sovellus on sykkeen mittaus (Ogbanufe & Gerhart, 2017). Sykkeen mittaamiseen ja ilmoitusten katsomiseen ei tarvita monimutkaisia vuorovaikutustapoja, jonka takia Applen kellot luultavasti eivät tule käyttämään edellä mainittuja vuorovaikutustapoja. Toinen syy käyttää älykelloa on pitää sitä asusteena muodin vuoksi (Choi & Kim, 2016). Tällöin kellon vuorovaikutustavoilla on vieläkin vähemmän arvoa. Itse uskon, että tärkeintä älykelloissa on esteettisyys ja yksinkertaisuus.

## Lähdeluettelo

Apple (2020). Apple Watchin käyttöopas. Haettu 7.6.2020, from <https://support.apple.com/fi-fi/guide/watch/welcome/6.0/watchos>

Apple Developer (2020). WatchOS Human Interface Guidelines. Retrieved June 07, 2020, from <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/watchos/overview/themes/>

Brandi, S. (2015). Smart Watch Design Heuristics: Akendi UX Blog July 21, 2015. Retrieved June 07, 2020, from <https://www.akendi.com/blog/smart-watch-design-heuristics/>

Butler, A., Izadi, S., & Hodges, S. (2008). SideSight. *Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - UIST '08*. doi:10.1145/1449715.1449746

Chen, X. A., Grossman, T., Wigdor, D. J., & Fitzmaurice, G. (2014). Duet. *Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '14*. doi:10.1145/2556288.2556955

Choi, J., & Kim, S. (2016). Is the smartwatch an IT product or a fashion product? A study on factors affecting the intention to use smartwatches. *Computers in Human Behavior*, 63, 777-786. doi:10.1016/j.chb.2016.06.007

Crossan, A., & Murray-Smith, R. (2006). Rhythmic interaction for song filtering on a mobile device. *Haptic and Audio Interaction Design*. Lecture Notes in Computer Science, 45-55. doi:10.1007/11821731\_5

Harrison, C., & Hudson, S. E. (2009). Abracadabra. *Proceedings of the 22nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - UIST '09*. doi:10.1145/1622176.1622199

- Khurana, R., Goel, M., & Lyons, K. (2019). Detachable Smartwatch. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 3(2), 1-14. doi:10.1145/3328921
- Kim, J., He, J., Lyons, K., & Starner, T. (2007). The Gesture Watch: A wireless contact-free gesture based wrist interface. *2007 11th IEEE International Symposium on Wearable Computers*. doi:10.1109/iswc.2007.4373770
- Kim, K. J. (2017). Shape and size matter for smartwatches: Effects of screen shape, screen size, and presentation mode in wearable communication. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 22(3), 124-140. doi:10.1111/jcc4.12186
- Lim, H., Cho, Y., Rhee, W., & Suh, B. (2015). Vi-Bros. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '15*. doi:10.1145/2702613.2732811
- Ogbanufe, O., & Gerhart, N. (2017). Watch it! Factors driving continued feature use of the smartwatch. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(11), 999-1014. doi:10.1080/10447318.2017.1404779
- Raptis, D., Tselios, N., Kjeldskov, J., & Skov, M. B. (2013). Does size matter? *Proceedings of the 15th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services - MobileHCI '13*. doi:10.1145/2493190.2493204
- Rekimoto, J. (2001). GestureWrist and GesturePad: Unobtrusive wearable interaction devices. *Proceedings Fifth International Symposium on Wearable Computers*, 21-27. doi:10.1109/iswc.2001.962092
- Saltzman, M. (2020). Apple Watch's Controls. Retrieved June 07, 2020, from <https://www.dummies.com/consumer-electronics/wearables/apple-watch/apple-watches-controls/>
- Schirra, S., & Bentley, F. R. (2015). "It's kind of like an extra screen for my phone". *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '15*. doi:10.1145/2702613.2732931
- Statista Research Department. (2020). Global smartwatch unit sales 2014-2017. Retrieved June 07, 2020, from <https://www.statista.com/statistics/538237/global-smartwatch-unit-sales/>
- Top 5 best-selling smartwatches in the world right now. (2019, June 27). Retrieved June 07, 2020, from <https://businesstech.co.za/news/technology/325651/top-5-best-selling-smartwatches-in-the-world-right-now/>
- Turner, C. J., Chaparro, B. S., & He, J. (2016). Text input on a smartwatch QWERTY keyboard: Tap vs. trace. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 33(2), 143-150. doi:10.1080/10447318.2016.1223265

Writtenhouse, S. (2018). FlickType Keyboard: An easy way to type messages on your Apple Watch. Retrieved June 07, 2020, from <https://www.idownload-blog.com/2018/11/07/flicktype-keyboard-apple-watch/>

Xiao, R., Laput, G., & Harrison, C. (2014). Expanding the input expressivity of smartwatches with mechanical pan, twist, tilt and click. *Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '14*. doi:10.1145/2556288.2557017

Xu, C., Pathak, P. H., & Mohapatra, P. (2015). Finger-writing with Smartwatch. *Proceedings of the 16th International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications - HotMobile '15*. doi:10.1145/2699343.2699350